

(54) MULTIPLEXING METHOD FOR OPTICAL WAVELENGTH

(11) 62-75415 (A) (43) 7.4.1987 (19) JP

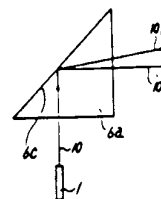
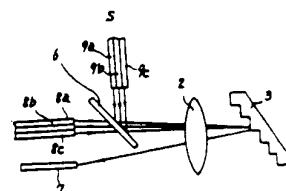
(21) Appl. No. 60-215272 (22) 27.9.1985

(71) FUJITSU LTD (72) MASATAKA SHIRASAKI

(51) Int. Cl. G02B27/28, G02B6/28

PURPOSE: To improve the efficiency of optical coupling by multiplexing the wavelength of synthesized light by a deffraction grating, outputting the multiplexed light to one optical fiber to expand the band width of an optical multiplexer.

CONSTITUTION: When input light 10 is made incident from an input optical fiber 1 to a reflecting surface 6c, the incident light 10 is separated into P polarized light 10p and S polarized light 10s and reflected in different directions. When P polarized light is made incident from the P polarized light 10P side and S polarized light is made incident from the S polarized light 10s side, the P polarized light and the S polarized light are synthesized at the reflecting surface 6c and the synthesized light is projected to the optical fiber 1 side. On the basis of the principle, a double refractive index prism 6a is used as a polarized light separating/synthesizing element 6 and P polarized light side optical fibers 8a, 8b... and S polarized light side optical fibers 9a, 9b... are arranged on the P polarized light 10p side and the S polarized light 10s respectively to attain the multiplexing of optical wavelength. Thus, the efficiency of optical coupling is improved.



2: collimate lens. 3: deffraction grating. 7: output side optical fiber

359-30

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭62-75415

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月7日

G 02 B 27/28
6/28

8106-2H
D-8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光波長合波方法

⑯ 特 願 昭60-215272

⑰ 出 願 昭60(1985)9月27日

⑱ 発 明 者 白 崎 正 孝 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
⑲ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 川崎市中原区上小田中1015番地
⑳ 代 理 人 弁 理 士 青 柳 稔

明 細 書

1. 発明の名称

光波長合波方法

2. 特許請求の範囲

複数の光ファイバから偏光分離・合成素子(6)に入射した光を、回折格子(3)で波長合波して、1本の光ファイバ(7)に出力する際に、

偏光分離・合成素子(6)に、一方からは各光ファイバ(8a)(8b)…によって、波長が次第に異なるP偏光を入射し、他方からは各光ファイバ(9a)(9b)…によって、波長が次第に異なる複数のS偏光を入射し、その際波長がP偏光とS偏光とで交互に変化していくような波長とし、

偏光分離・合成素子(6)で、両方から入射したP偏光とS偏光を合成した後、回折格子(3)で波長合波することを特徴とする光波長合波方法。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

波長の異なる複数の光を合波して1本の光ファイバで伝送する際に、偏光分離・合成素子に、そ

の一方からは複数のP偏光を入射し、別の方向からは複数のS偏光を入射し、かつP偏光とS偏光とで波長が交互にかつ次第に異なる波長とし、合成された光を回折格子で波長合波してから、1本の光ファイバに出力することで、光合波器のバンド幅を拡張する。

(産業上の利用分野)

波長の異なる複数の光を合波して1本の光ファイバで伝送する際に、複数の光を合波する光波長合波器が必要となる。本発明は、この光波長合波器において、バンド幅を拡大することで、入力側光ファイバと出力側光ファイバとの光結合の効率を向上する方法に関する。

(従来の技術)

光波長合波器の原理を説明する前に、まず第5図において、光分波器を説明する。入力光ファイバ1から出射した光は、コリメートレンズ2を透過して回折格子3による回折の際に分波され、各

波長 λ_a 、 λ_b …ごとに異なる出力光ファイバ4a、4b…に入射する。第7図は、出力光ファイバ4a、4b…から成るシングルモード光ファイバ・アレイの正面図である。光ファイバ4a、4b…のコア径を a 、それぞれの光ファイバ4a、4b…の間隔を d とすると、間隔 d に対するコア径 a が相対的に大きい方が、各光ファイバ4a、4b…に対し、分波光が確実に入射し易い。すなわち半導体レーザの温度変化などによって、波長が変化したりすることがあるが、このような理由で、入力光ファイバ1から回折格子3に入射するレーザ光の波長がわずかも変化すると、分波光5a、5b…の回折角も連続で示すように変化することになる。そしてこのように分波方向が変化すると、対応するコア径からずれてしまい、光結合率が低下する。これを防止するには、光ファイバ間隔 d に対し相対的にコア径 a が大きいことが必要である。

第8図は、このような光ファイバ・アレイにおけるバンド幅特性を示すもので、横軸を波長 λ 、縦軸を光損失量とする。各光ファイバ4a、4b…に

入射すべき各分波光の波長間隔を $\Delta\lambda$ とし、それぞれの光ファイバ4a、4b…に入射する各分波光のバンド幅を $\delta\lambda$ とする。するとバンド幅 $\delta\lambda$ と波長間隔 $\Delta\lambda$ の比は、 $\delta\lambda/\Delta\lambda = a/d$ のように決まる。ところで、光ファイバ・アレイによって $\delta\lambda$ 、 $\Delta\lambda$ が決まってしまう場合は、バンド幅を拡大して、波長変化による光結合損失を防止することは困難である。

(発明が解決しようとする問題点)

第6図とは全く逆に、光ファイバ4a、4b…を回折格子3に対する光入力用とし、各光ファイバ4a、4b…から波長 λ_a 、 λ_b …のレーザ光を、回折格子3に対し出射する。すると回折格子3で波長合波されて、1本の出力光ファイバ1に入射し、伝送されることで、波長多重通信が可能となる。

第6図のような分波の際は、前記のバンド幅の問題は、受信側の光ファイバ4a、4b…のコア径を大きくしたりすることで比較的容易に解決でき、さほど問題でないが、波長合波の際にはそれが不

可能なため、バンド幅が重要課題となっている。

本発明の技術的課題は、従来の光波長合波方法におけるこのような問題を解消し、波長合波時のバンド幅拡大を可能とするものである。

(問題点を解決するための手段)

第1図は本発明による光波長合波方法の基本原理解を説明する模式図である。8a、8b…と9a、9b…はそれぞれ入力用の光ファイバである。両入力用光ファイバ8a、8b…と9a、9b…とは、偏光分離・合成素子6に対し異なる入射角度をなしている。そして偏光分離・合成素子6と回折格子3の間にコリメートレンズ2が配置され、また回折格子3による波長合波された光の回折方向に、1本の出力用の光ファイバ7が対向配置されている。

各入力用光ファイバ8a、8b…から入力されるP偏光は、それぞれの光ファイバ8a、8b…ごとに波長が次第に異なり、また各入力用光ファイバ9a、9b…から入力されるS偏光も、それぞれの光ファイバ9a、9b…ごとに波長が次第に異なる。しかも

光ファイバ8a、9a、8b、9b…というように、P偏光とS偏光とで交互に波長が変化する構成となっている。

(作用)

第6図の分波器における回折格子3の回折による分波作用を逆に利用して、第1図のように複数の光ファイバ8a、8b…から波長の異なる複数の光を回折格子3に照射すると、該回折格子3によって波長合波され、1本の出力側光ファイバ7に入射する。このとき本発明では、偏光分離・合成素子6に、ある方向からP偏光が入射し、別の方向からS偏光が入射する。そのため、偏光分離・合成素子6によって、P偏光とS偏光が合成された状態で、回折格子3に入射し波長合波される。第2図はP偏光とS偏光との波長関係を示す図である。光ファイバ8a、8b…から入力するP偏光は、各光ファイバ8a、8b…ごとに、次第に波長が異なり、例えば λ_{p1} 、 λ_{p2} 、 λ_{p3} …の順に波長が変化している。一方光ファイバ9a、9b…から入力する

S偏光の方も、それぞれの光ファイバ9a、9b…ごとに、次第に波長が異なり、例えば λ_{s1} 、 λ_{s2} 、 λ_{s3} …の順に波長が変化している。またP偏光とS偏光との波長関係は、 λ_{p1} 、 λ_{s1} 、 λ_{p2} 、 λ_{s2} 、 λ_{p3} 、 λ_{s3} …というように、P偏光とS偏光の波長が交互に変化している。そのため、P偏光側の光ファイバ8a、8b…の間に、S偏光側の光ファイバ9a、9b…が1本おきに挿入された恰好となる。このとき、光ファイバ8a、8b…の間隔dは一定であり、その中にS偏光側の光ファイバ9a、9b…が挿入された恰好となるので、第3図(イ)のように、隣接する光ファイバ間隔は $d \cdot 1/2$ となり、一方コア径aは不変であるから、バンド幅 $\delta\lambda$ と波長間隔 $\Delta\lambda$ の比： $\delta\lambda/\Delta\lambda = a/d$ は2倍となり、第4図のようにバンド幅が2倍に拡大される。すなわち隣接光ファイバ間隔 $d \cdot 1/2$ が、第7図におけるdと等しくなるように2倍に拡大すると、第3図(ロ)のように、コア径aも2倍に拡大されるので、第4図のようにバンド幅が2倍に拡張されることになる。その結果、入力側光フ

ファイバ8a、8b…、9a、9b…と出力側光ファイバ7間の光結合の際に、波長変化が生じても、光結合の損失が軽減され、光波長合波の信頼性が向上する。なお第3図の(イ)から(ロ)の状態に拡大するには、コリメートレンズ2との相対距離を適宜選択することで可能である。

〔実施例〕

次に本発明による光波長合波方法が実際上どのように具体化されるかを実施例で説明する。第1図は、偏光分離・合成素子6として、偏光分離膜を使用した例で示されている。この場合は、図示のように、P偏光とS偏光が互いに直角をなす方向から入射し、偏光分離膜に対し45度の角度で入射する。

第5図は本発明の方法でP偏光とS偏光を合成する際の別の実施例を示す側面図である。6aは、方解石などのような複屈折率の材料からなるプリズムであり、反射面6cに入力光ファイバ1から入力光10を入射すると、P偏光10pとS偏光10sに

偏光分離され、別々の方向に反射される。したがってこの逆に、P偏光10p側からP偏光を入射し、S偏光10s側からS偏光を入射すると、反射面6cでP偏光とS偏光が合成されて、光ファイバ1側に出射する。この原理を利用し、第1図の偏光分離・合成素子6として、複屈折率プリズム6aを使用すると共に、P偏光10p側に第1図のP偏光側光ファイバ8a、8b…を配置し、S偏光10s側に第1図のS偏光側光ファイバ9a、9b…を配置することで、第1図と全く同様な光波長合波が可能となる。

第1図の構成において、使用される光ファイバ7、8a、8b…、9a、9b…としては、単一偏波ファイバなどが適している。そして入力光ファイバ8a、8b…、9a、9b…として、ファイバ間隔dが125 μ m、コア径aが10 μ m程度のアレイを用いた場合、本発明の方法でバンド幅を拡張すると、ファイバ間隔dが62.5 μ m、コア径aが10 μ m程度のアレイと同等の光結合効率が得られる。なお、同じコア径に対してファイバ間隔をさらに小さくした場

合でも、本方法の効果は同様である。

〔発明の効果〕

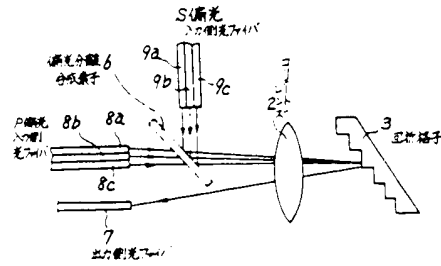
以上のように本発明によれば、P偏光とS偏光を別々の位置から偏光分離・合成素子6や6aに入射し、偏光合成してから、回折格子3で波長合波して1本の出力光ファイバに入射する。その際に偏光合成されるP偏光とS偏光との波長が、互にかつ次第に変化する。そのため光ファイバのコア間隔に対してコア径が相対的に拡大し、バンド幅が大きくなったことになり、光波長合波器における光結合率が向上して、多重光通信の品質が改善される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による光波長合波方法の基本原理を説明する模式図、第2図は各P偏光と各S偏光との波長関係を示す図、第3図はP偏光とS偏光との合成後のバンド幅を説明する図、第4図は本発明の方法におけるバンド幅を示す特性図、第5図は本発明の方法における偏光合成の他の実施

例を示す側面図、第6図は分波器を示す平面図、第7図は分波器の受光側光ファイバ・アレイにおけるファイバ間隔とコア径の関係を示す正面図、第8図は従来の光波長合波方法におけるバンド幅を示す特性図である。

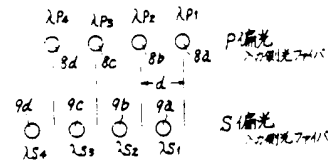
図において、2はコリメートレンズ、3は回折格子、6、6aは偏光分離・合成素子、7は出力側光ファイバ、8a、8b…はP偏光入力側光ファイバ、9a、9b…はS偏光入力側光ファイバをそれぞれ示す。



本発明の基本原理

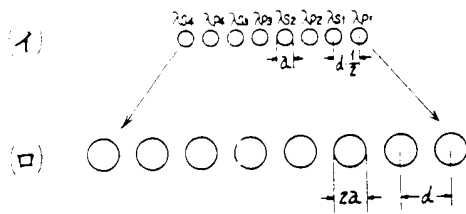
第1図

特許出願人 富士通株式会社
代理人 弁理士 青柳 稔



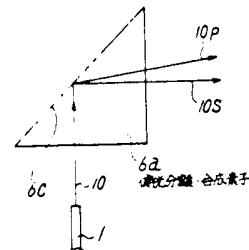
各P偏光と各S偏光との波長関係

第2図



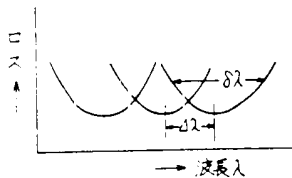
P偏光とS偏光との合成後のバンド幅

第3図



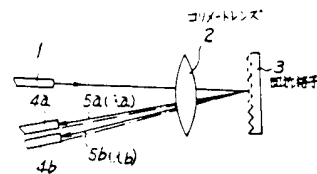
偏光合成法の他の実施例

第4図



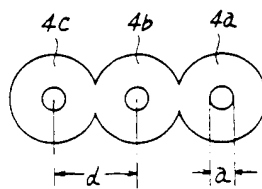
本発明方法におけるバンド幅

第5図



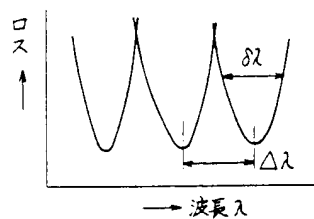
分波器の平面図

第6図



分波器の受光側光ファイバ・アレイに
おけるファイバ間隔とコア径の関係

第 7 図



従来の光波長合波方法におけるバンド幅

第 8 図